

BEST AVAILABLE COPY

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-115055

(43)Date of publication of application : 18.04.2003

(51)Int.Cl. G06T 15/00
G06T 15/30
G06T 17/40

(21)Application number : 2001-310006

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 05.10.2001

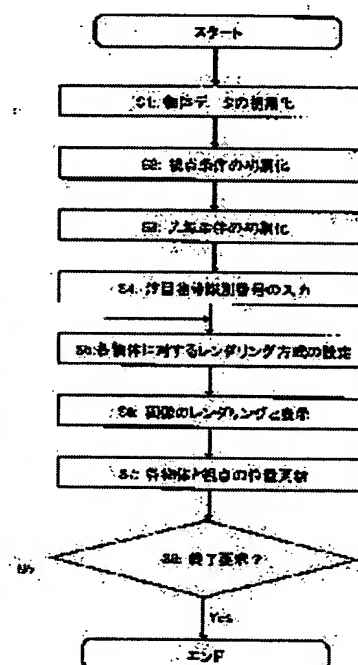
(72)Inventor : AKISADA HIROKAZU
GOTO HIRONORI

(54) IMAGE GENERATOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an image generator capable of appropriately and efficiently switching and setting a rendering method of each object and effectively reducing calculation loads of a computer further by dynamically switching processing contents of clipping and shading to each object corresponding to an angle range for which a direction of the object under consideration viewing from a view point in a three-dimensional virtual space is a reference or a space area based on a position of the object under consideration.

SOLUTION: The image generator which generates a two-dimensional image indicating a scene of the three-dimensional virtual space on the basis of the object set in the space, a light source and the view point is provided with a modeling means for preparing model data of the object, a coordinate transformation means for transforming the model data to the coordinate system of the view point, a projection conversion means for projecting the model data by the view point coordinate system to a projection surface, and a rendering means for switching the rendering method of each object corresponding to the angle range in the direction of the object under consideration from the view point as the reference or the space area based on the position of the object under consideration.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-115055

(P2003-115055A)

(43)公開日 平成15年4月18日(2003.4.18)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード*(参考)
G 0 6 T 15/00	1 0 0	G 0 6 T 15/00	1 0 0 A 5 B 0 5 0
15/30		15/30	5 B 0 8 0
17/40		17/40	A

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 15 頁)

(21)出願番号 特願2001-310006(P2001-310006)

(22)出願日 平成13年10月5日(2001.10.5)

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 秋定 浩和

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

(72)発明者 後藤 裕典

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

(74)代理人 100066061

弁理士 丹羽 宏之 (外1名)

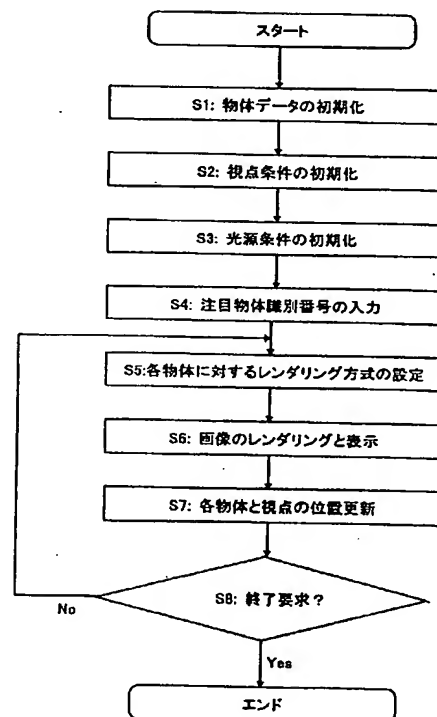
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 画像生成装置

(57)【要約】

【課題】 3次元仮想空間における視点から見た着目物体方向を基準とする角度範囲、あるいは着目物体位置に基づいた空間領域に応じて各物体に対するクリッピングやシェーディングの処理内容をダイナミックに切り替えることで、各物体のレンダリング手法を適切かつ効率良く切り替えて設定でき、さらにコンピュータの計算負荷を効果的に軽減することを可能にする画像生成装置の提供を目的とする。

【解決手段】 3次元仮想空間に設定した物体、および光源、視点に基づいて前記空間の情景(シーン)を表す2次元画像を生成する画像生成装置であって、物体のモデルデータを作成するモデリング手段、前記モデルデータを視点の座標系に変換する座標変換手段、前記視点座標系によるモデルデータを投影面に投影する投影変換手段、前記視点からの着目物体方向を基準する角度範囲あるいは着目物体位置に基づいた空間領域に応じて各物体のレンダリング方法を切り替えるレンダリング手段、とを具備することを特徴とする画像生成装置。



画面上のどの位置に見えるのかを計算して、画面上の座標に変換することである。図5は、投影変換のための4つの座標系を示した図である。

【0007】投影変換を行う前段階として、モデル座標を視点座標系によるデータに変換する必要がある。それにはまず、簡単にたとえば、モデリング座標系によるモデルの各頂点座標の各成分にワールド座標系における物体位置の各成分を加算してワールド座標系における物体の各頂点座標を得る。次にこのワールド座標系で表された物体の各頂点座標を視点座標系のデータに変換する。

$$(x' \ y' \ z' \ 1) = (x \ y \ z \ 1) \begin{pmatrix} a_{11} & a_{21} & a_{31} & 0 \\ a_{21} & a_{22} & a_{32} & 0 \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & 0 \\ t_x & t_y & t_z & 1 \end{pmatrix} \quad (式-1)$$

【0009】ここで a_{ij} は回転、および拡大縮小を表す成分、 t_x 、 t_y 、 t_z は平行移動を表す成分である。

【0010】視点座標系におけるモデルデータが求まったら、次に、投影変換を行う。投影変換を行うために、空間に1つの投影面を設定する。簡単のため、図5では、ニアクリッピング面（後述）に投影面を設定してある。投影変換には、大別して平行投影と透視投影の二種

$$x' = x \quad y' = y$$

【0013】また透視投影は、空間における点を、有限の距離にある視点から見て投影面上に投影する操作をい

$$x' = \frac{d}{z-d} x \quad y' = \frac{d}{z-d} y$$

【0015】ここで、 d は、視点（カメラ）と、投影面（ニアクリッピング面）までの距離である。

【0016】このような投影変換式を用い、空間に存在する物体の3次元形状の各点に対し、視点と投影面の交点を求める操作を行うことで図6のように投影面上に投影図を得る。なお、投影変換の過程で、以下のクリッピング処理が実行される。

【0017】[クリッピング] 投影変換の際、視点前方のすべてのものを描くと、不必要な計算時間をとる場合があるので作画領域を決めることも必要である。この作画領域はビューボリューム（視野空間）と呼ばれ、ビューボリュームの境界の中で視点（カメラ）から最も近い面をニアクリッピング面、遠い面をファークリッピング面という。クリッピングとは、このビューボリュームの内部の図形データを選択して外部の図形データを削除し、さらにはビューボリューム枠と交差している図形があれば交点座標を求めてビューボリューム内部の図形情報だけを取り出す手法のことをいう。

【0018】たとえば、図7（a）（b）のように、3次元空間上に2つの面（面1と面2）を考えた場合、面1を構成する3頂点はいずれもビューボリュームの外側にあるため、この面は描画の対象から速やかに排除（クリッピング）される。また面2は、ビューボリュームと

通常、この座標変換の表現には同次座標系が使われる。同次座標系とは回転拡大縮小に加え平行移動も同じ計算式で扱えるようにしたものである。XYZ三成分以外にW（通常は1）の成分を追加したベクトルを用い、ベクトル間の変換に 4×4 のマトリクスを用いる。変換前のベクトルを $(x \ y \ z)$ 、変換後のベクトルを $(x' \ y' \ z')$ とすると同次座標系を用いた座標変換は、座標変換行列を用いて、以下のように表現される。

【0008】

類がある。ここで、視点座標系による点を (x, y, z) 、透視投影変換後の座標を $(x' \ y')$ （投影面座標系）とする。

【0011】まず、平行投影は視点が無限遠にある場合を指し、以下の変換式で表現される。

【0012】

(式-2,3)

い、以下の変換式で示される。

【0014】

(式-4,5)

交差しているため、交点座標（C1、C2）を求めてから、投影面に投影を行う（ただし、投影後の各頂点にはライティングの値やZバッファ法（後述）で用いるZ値を保持する必要があるためC1、C2の座標は3次元空間上で求める必要がある）。

【0019】こうして、領域内に表示すべき図形だけを選択することにより、データ量を減らし、余分な対象物を表現することなしに意図した図形を短時間で表示できる。

【0020】スクリーン座標系に変換されたポリゴン、さらに2次元画像のピクセルの列に変換していく。この処理をスキャン変換（Scan Conversion）、またはラスタライズ（Rasterize）という。スキャン変換の基本的な考え方は、最終的な出力画像のピクセル（普通はその中心）に対応するスクリーン（投影面）上の点（サンプル・ポイント）を考え、ポリゴン内部に含まれるサンプル・ポイントを探し出し、それに対応するピクセルをその点における輝度値（下記のシェーディング処理で求められる）で塗りつぶしていくことである。

【0021】なお、このスキャン変換（ラスタライズ）の過程で、隠面消去、クリッピング、シェーディング、テクスチャマッピングなどが行われる。これらの各処

算ができ、リアルタイムレンダリングする場合などでよく使われるが、ハイライトがきれいにつかないなどの問題がある。

【0035】そこで次に考えられたのがフォン・シェーディング(Phong Shading)と呼ばれる方法で、各頂点の法線方向の向きの内挿からスキャンライン上の各画素の法線方向を求め、(式-6)にしたがって、その点の輝度を求めるものである。すなわち、スキャンラインと三角形の2つの交点における法線方向 V_a 、 V_b を3つの頂点の法線方向 V_1 、 V_2 、 V_3 から線形内挿で求め、さらにスキャンライン上の点の法線方向 V_p を V_a と V_b の線形内挿で求める(図10(b))。フォン・シェーディングでは特に金属面などのハイライトがよりリアルに表現されるが、ポリゴン内部に生成されたすべての法線ベクトルについて輝度計算を行うのでグローバルシェーディングに比べて演算量が多くなるという欠点がある。

【0036】[テクスチャマッピング] シェーディングの4つのパラメータ(鏡面反射光、環境光、拡散反射光、透過光)を操作して表現できる質感は、金属やプラスチック、石膏などに限定される。もっと身近にあるいろいろな素材、例えば木や布地、大理石などのように、「柄」がないとどうしても表現できないものにテクスチャマッピング(Texture Mapping)が使用される。図11に、パースペクティブコーディネート(投射コーディネート)を利用した方法を示す。これは、ある点からマップデータをオブジェクトに投射するように写像する方法である。

【0037】具体的にはテクスチャマッピングは、上記のシェーディング処理の中にテクスチャ画像への画素参照処理を入れることによって実現される。参照する画素の指定はポリゴンの各頂点に、元のテクスチャ画像の2次元座標(UV座標)を割り当て、ラスターライズ処理時にこのUV座標を補間し、元のテクスチャ画像の参照すべき画素を決める。この時必要であれば参照画素に前記のシェーディング処理を施しポリゴン内部の一画素の値を決める。画素の参照方法には単純に元のテクスチャ画像の一画素を取り出す場合(ポイントサンプリング)と複数の画素を参照しそれらを平均化して一画素を決める方法(フィルタリング)がある。ポイントサンプリングでは、元のテクスチャ画像の面積がレンダリングするポリゴンの面積より小さい場合、テクスチャ画像の一画素が拡大され画素の不連続な境界が現われ画像を粗くする。フィルタリングを行うことによって画素の不連続化を除去し滑らかな画像を得ることができる。以上、UV座標の補完方法に正確な補間を行い、画素参照にフィルタリングを行った場合、ラスターライズ時の計算量が増大する。

【0038】以上、従来の3次元CGシステムでの一般的な画像生成手法について概説したが、このような処理

は比較的計算量が大きく、実現するコンピュータもそれなりの計算速度を持ったものが必要とされてきた。

【0039】約7～8年前までは、上記のような3次元CGを導入したシステムは業務用のものがほとんどで、グラフィックスワークステーション(GWS)と呼ばれるハイエンドなコンピュータの上でしか利用できなかった。そのため利用できるユーザも限られていた。しかし、ここ数年は状況が大きく変化した。飛躍的なコンピュータ技術の進歩により安価で高速なCPU(中央演算装置)等のデバイスが大量生産されるようになったため、パーソナルコンピュータ用の3次元CGソフトウェアの数は急激に増加し、他方で3次元CGを用いた高性能の家庭用ゲーム装置も登場した。そして、そのいずれもが比較的安価な値段で手に入るようになったため、3次元CGを利用したハードウェア・ソフトウェアは広く一般のユーザにも浸透するようになってきている。

【0040】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来のこのような3次元CGシステムには、以下のような問題があった。

【0041】従来の一般的な3次元CGシステムでは、3次元仮想空間に複数の物体を設定した場合、通常、各物体に対して、一様に、高品位なクリッピング処理やシェーディング処理でレンダリングを施し2次元画像を生成していた。この場合は言うまでもなくコンピュータの計算負荷は大きくなり、リアルタイムで複雑な形状のモデルを複数レンダリングして表示する時などに、映像がスムーズに移行しない場合があった。

【0042】これを避けるために、システムによっては、複数の物体の中のある着目物体のみを高品位にクリッピングやシェーディングしてレンダリングし、それ以外の物体に関しては、ワイヤーフレームや占有領域を示す直方体等により簡略化してレンダリングするものがあった。しかしこの際、たとえ視点や物体が移動した場合でも、着目物体以外の物体は、その位置や方向に関わらず常に簡略化表示となるため、シーン変化の中で着目物体とその周囲に存在する物体の様子が明確に把握できないという問題があった。

【0043】本発明の請求項1に係る発明では、3次元仮想空間における視点からの着目物体方向に基づいた角度範囲に各物体が含まれるか否かに応じて各物体に対するクリッピングやシェーディングの処理内容をダイナミックに切り替えることで、各物体のレンダリング手法を適切かつ効率よく切り替えて設定できるようになり、さらにコンピュータの計算負荷を効果的に軽減することを可能にする。

【0044】本発明の請求項2に係る発明では、3次元仮想空間における着目物体に基づいた空間領域に各物体が含まれるか否かに応じて各物体に対するクリッピングやシェーディングの処理内容をダイナミックに切り替え

【0064】106は、装置の起動中に物体のモデルデータ、視点条件、照明条件等の各種データを格納するメモリ装置である。

【0065】107は制御装置101からのユーザへの指示や、入力したデータ等を表示するためのデータ表示装置107であり、たとえばTFT液晶モニタが用いられる。

【0066】108は、レンダリング後の画像のピクセル値を格納するビデオメモリ装置である。

【0067】109は、ビデオメモリ装置108上の画像の表示を行う画像表示装置109であり、たとえばCRT (Cathode Ray Tube: 陰極線管) モニタが用いられる。

【0068】101は制御装置101であり、データ入力装置102、コマンド入力装置103、ファイル装置104、演算装置105、メモリ装置106、データ表示装置107、および画像表示装置108を制御するものである。

【0069】画像生成システム起動後、まず、ファイル装置104に格納された複数のモデル（頂点データおよび面ループデータ）、視点、光源の各初期データをメモリ装置106へロードする。次に、システムのユーザは着目物体の識別番号をデータ入力装置102であるキーボードから入力する。入力が終わると、システムは画像生成処理のループを開始する。

【0070】画像生成処理ループの最初でシステムは、その時点の各物体の基準位置と着目物体用画角（視点位置からの着目物体方向に基づく角度範囲を意味する）に基づいて、各物体に対し、通常表示物体、簡易表示物体のいずれかに分類する。次にシステムはこの分類結果を利用して、各物体のレンダリングを行う。すなわち、通常表示物体に分類された物体に対しては通常のクリッピングとシェーディングにてレンダリングを、また簡易表示物体に分類された物体に対してはクリッピングとシェーディングを簡略化してレンダリングを実施し、その過程でビデオメモリ装置108へ表示画像を構成する各画素のラスターライズ（画素値の代入）を行う。ビデオメモリ装置108へ格納された表示画像は、画像表示装置109から出力され、表示が行われる。なお、非表示物体に分類された物体のレンダリングは行われない。

【0071】次にシステムは、各物体と視点の位置を更新する。すなわち、各物体または視点の方向ベクトルが示す方向に微小距離 Δd だけ移動する。ただし、物体または視点の位置が移動可能領域外となった場合、この移動可能空間を越えないように、適切に物体または視点の

位置と方向を新しく決める（本実施例では、この移動可能領域として、原点を中心とする半径Rの球領域を考える）。

【0072】画像生成処理ループの最後で、システムは、ユーザからの画像生成処理終了のコマンドの有無を判断し、もしあれば画像生成処理を終了し、なければループの最初に戻る。

【0073】以上のように構成された画像生成システムが実行する画像生成処理について、データの流に示して処理内容を説明する。

【0074】図15は、本実施例における画像生成装置の処理を説明したフローチャートである。図のように構成された画像生成装置が実行する制御の概要を以下、データの流に示して説明する。

【0075】ステップS1

画像生成システム起動後、まず、物体データの初期化を行う。

【0076】まず、制御装置101は、ファイル装置104に格納された頂点データと面ループデータで構成されるモデルデータ（たとえば図4のもの）をメモリ装置106における物体用データリスト（図12に示す物体0～物体9の10個の物体用データで構成される）の各モデルデータ領域へロードする。また、テクスチャマッピング時に参照するテクスチャ画像（たとえば図11のもの）をファイル装置104からロードし、物体データリストにおける各テクスチャ画像データ領域へ格納する。なお、テクスチャ画像はあらかじめ各物体用のものがペイントシステム等で作成され、ファイル装置104に格納されているものとする。

【0077】また、各物体の初期位置として3次元仮想空間における移動可能領域内の位置がランダムに計算され、物体データリスト中の各位置データ領域へ設定される。ただし本実施例では、この移動可能領域として3次元空間の原点を中心とする半径25.0（上記R）の球領域を考えるが、本発明はこれに限ったものではない。

【0078】また、各物体の初期方向として3次元正規化ベクトル（正規化ベクトルとは、長さが1のベクトルを意味する）がランダムに計算され、物体用データリストの各方向データ領域へ設定される。

【0079】ステップS2ここでは、視点条件の初期化を行う。

【0080】すなわち制御装置101は、ファイル装置104内の視点用データファイルから、図13に示すデータ組、例えば、

視点位置 (cx, cy, cz) : (10.0, 5.0, 8.0)

視点方向 (cdx, cdy, cdz) : (1.0, 1.0, 0.0)

角 (α , β) : ($4\pi/16$, $3\pi/16$)

ニアとファーの各クリッピング面までの距離 (distN, distF) : (1.0, 100.0)

着目物体用視角 (α' , β') : ($4\pi/32$, $3\pi/32$)

する。またこの際、物体（または視点）の新しい方向を、適切に、すなわち球状領域の内側を向くようにランダムに設定する。

【0106】ステップS8

画像生成処理ループの最後で、制御装置101はユーザによるコマンド入力装置103への画像生成処理終了の指示の有無を判断し、もしあれば画像生成処理を終了し、なければステップS5に戻る。

【0107】（実施例2）本実施例は、請求項2記載の画像生成装置に関するものである。

【0108】本実施例におけるシステム構成は、実施例1の場合と同様に、図1で示される。

視点位置 (cx, cy, cz) : (10.0, 5.0, 8.0)
 視点方向 (cdx, cdy, cdz) : (1.0, 1.0, 0.0)
 視角 (α , β) : ($4\pi/16$, $3\pi/16$)
 ニアとファアの各クリッピング面までの距離(distN, distF) : (1.0, 100.0)
 着目物体用球領域半径targetR : 5.0

をロードし、メモリ装置106における視点用データ組の各データ領域に対し設定を行う。

【0112】ここで、 α 、 β は、図19における以下の角度を指すものとする。

【0113】 $\alpha = \angle KPM$

$\beta = \angle LPN$

ステップS5'

画像生成処理ループの最初では、各物体のレンダリング方式の設定を行う。

【0114】図19は、各物体のレンダリング方式の設定方法を示したものである。

【0115】すなわち制御装置101の命令で演算装置105は、図のように着目物体（識別番号target IDを持つ物体）の位置を中心とする半径target Rの球境界内に含まれる物体に対してはこの物体のレンダリングモード変数rmodeiへ0（通常表示の意）を代入し、含まれない物体に対しては同変数へ1（簡易表示の意）を代入する。

【0116】本実施例における画像生成処理の過程で生成される2次元画像の一例を図20に示す。なおこの図の画像は、図19に示した3次元空間の情景をレンダリングしたものである。図20において、着目物体の周囲に配置された4つの物体はスムーズシェーディングとテクスチャマッピングが施され、その他の物体はフラットシェーディングのみ施されている。なお、図19の3次元空間における物体と視点の配置は図16の場合と全く同じにしてあるが、生成される2次元画像のレンダリング内容が異なっている。

【0117】すなわち、図17の2次元画像と比較して、図20では画像中の各物体の占有領域は同一であるが、通常レンダリングと簡易レンダリングの各対象物体が異なっている。

【0118】

【0109】本実施例における画像生成処理のフローは実施例1と同様に図15で示されるが、3次元仮想空間内の着目物体位置を中心とする球領域に基づいて、物体の分類を行っている点が異なる。これにともない、処理フローにおけるステップS2とステップS5の処理内容が、それぞれ以下のステップS2'とステップS5'のように変更される。

【0110】ステップS2'

ここでは、視点条件の初期化を行う。

【0111】すなわち制御装置101は、ファイル装置104内の視点用データファイルから、図18に示すデータ組、例えば、

【発明の効果】以上に説明したように、本出願請求項1に係る発明によれば、3次元仮想空間における視点からの着目物体方向に基づいた角度範囲に基づいて各物体に対するクリッピングやシェーディングのレンダリング処理内容をダイナミックに切り替える手段を有することで、生成される2次元画像上で、着目物体およびその周囲に配置される物体は高品位に、またその他の物体は簡易的に表示できるようになり、コンピュータの計算負荷を効率的に軽減するように動作するようになった。

【0119】さらには、着目物体とその周囲の物体を強調して表示できるという、付加的な効果もある。

【0120】また本出願請求項2に係る発明によれば、3次元仮想空間における着目物体に基づいた空間領域に基づいて各物体に対するクリッピングやシェーディングのレンダリング処理内容をダイナミックに切り替える手段を有することで、生成される2次元画像上で、着目物体およびその周囲に配置される物体は高品位に、またその他の物体は簡易的に表示できるようになり、コンピュータの計算負荷を効率的に軽減するように動作するようになった。

【0121】さらには、着目物体とその周囲の物体を強調して表示できるという、付加的な効果もある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 実施例1および2のシステム構成を示した図

【図2】 3次元CGにおける一般的な2次元画像生成の流れを示した図

【図3】 モデリング座標系における3次元物体を示した図

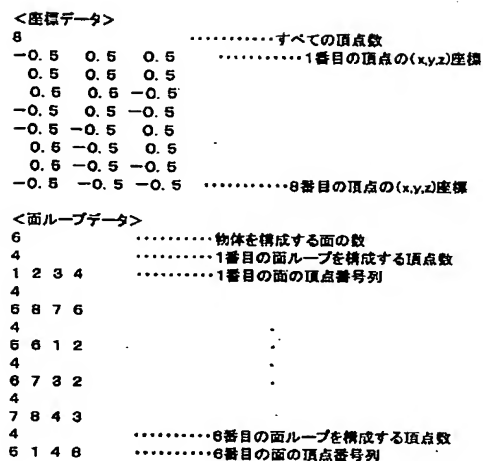
【図4】 モデルデータの例を示した図

【図5】 投影変換のための4つの座標系を示した図

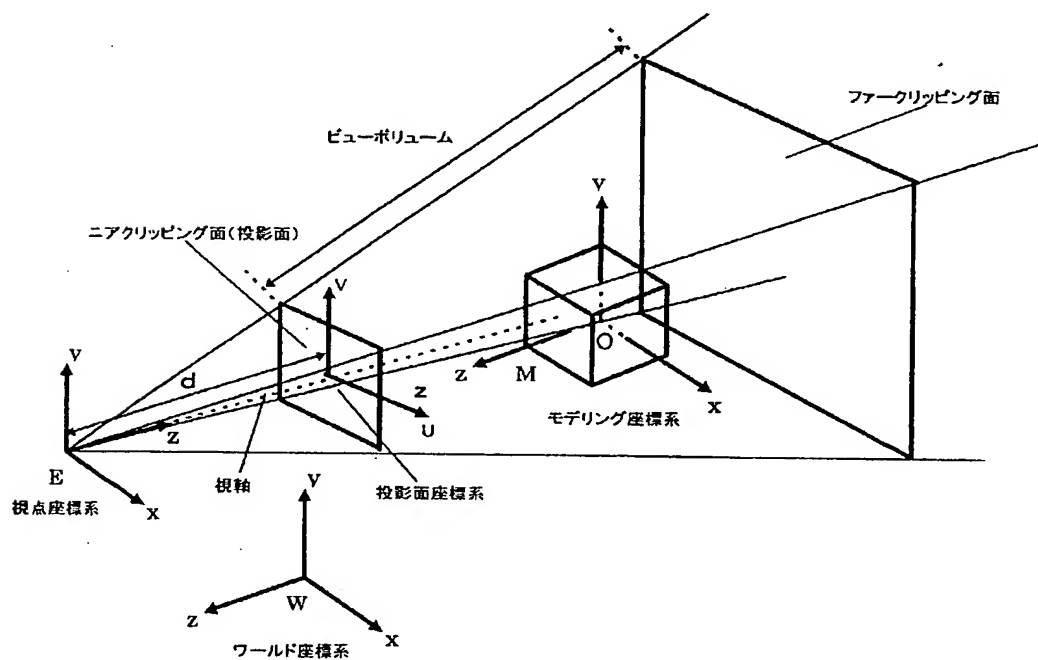
【図6】 投影変換を示した図

【図7】 レンダリングにおけるクリッピング処理を示した図で、(a)はクリッピング処理状態の斜面図、

【图 4】

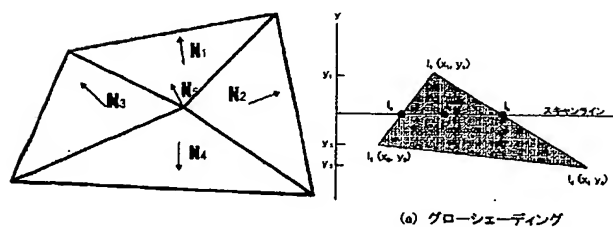


【図 5】



【图 9】

【図 10】

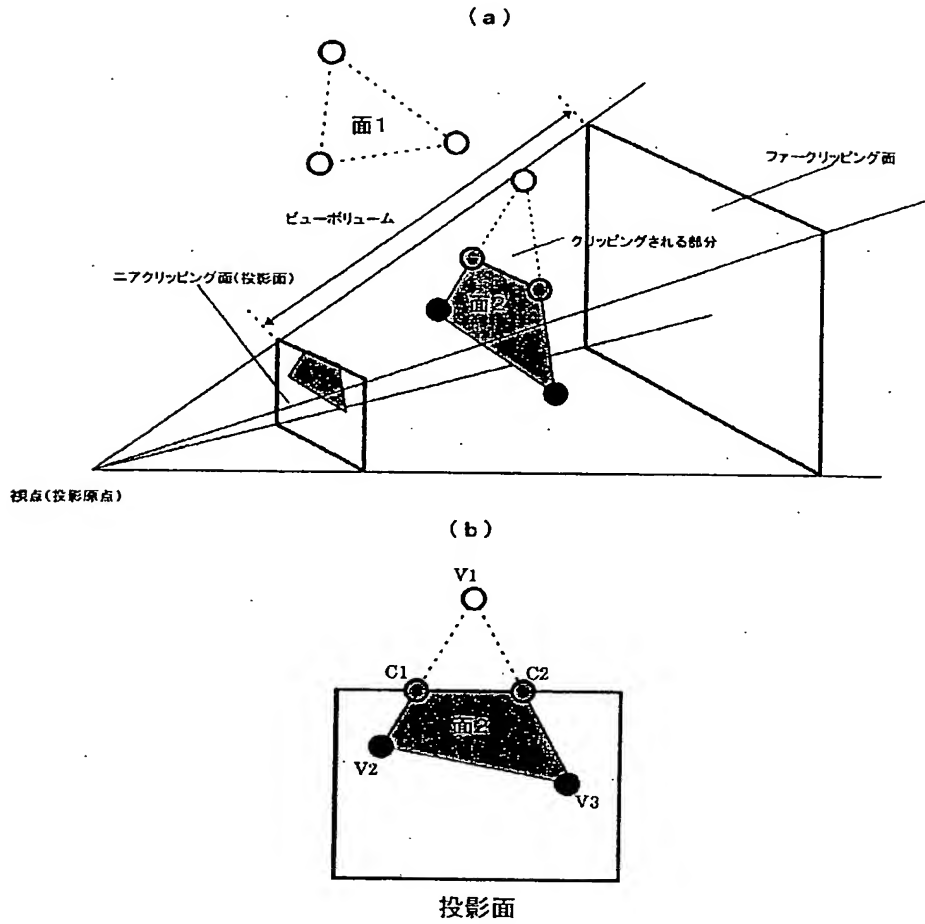


(b) フォンシェーディング

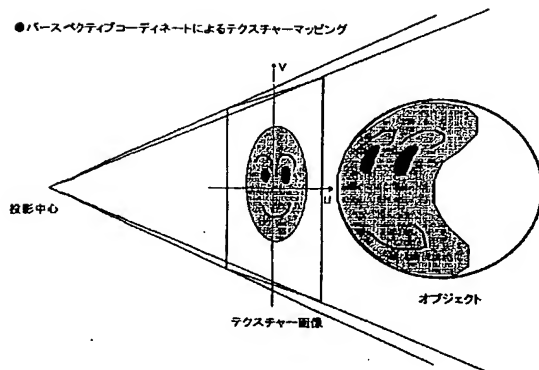
【图 1 3】

視点のデータ組
視点位置 (cx, cy, cz)
視点方向 (cdx, cdy, cdz)
視角 (横方向 α 、縦方向 β)
ニアとファアの各クリッピング面 までの距離 ($distN, distF$)
着目物体用の視角 (横方向 α' 、縦方向 β')

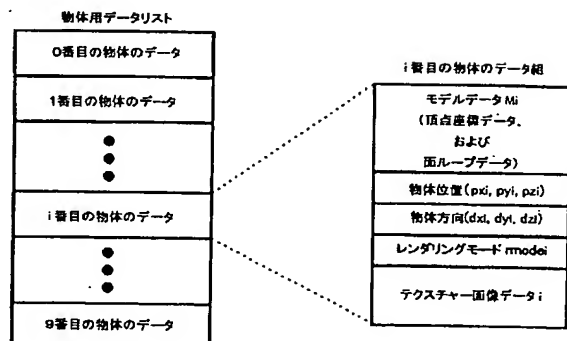
【図7】



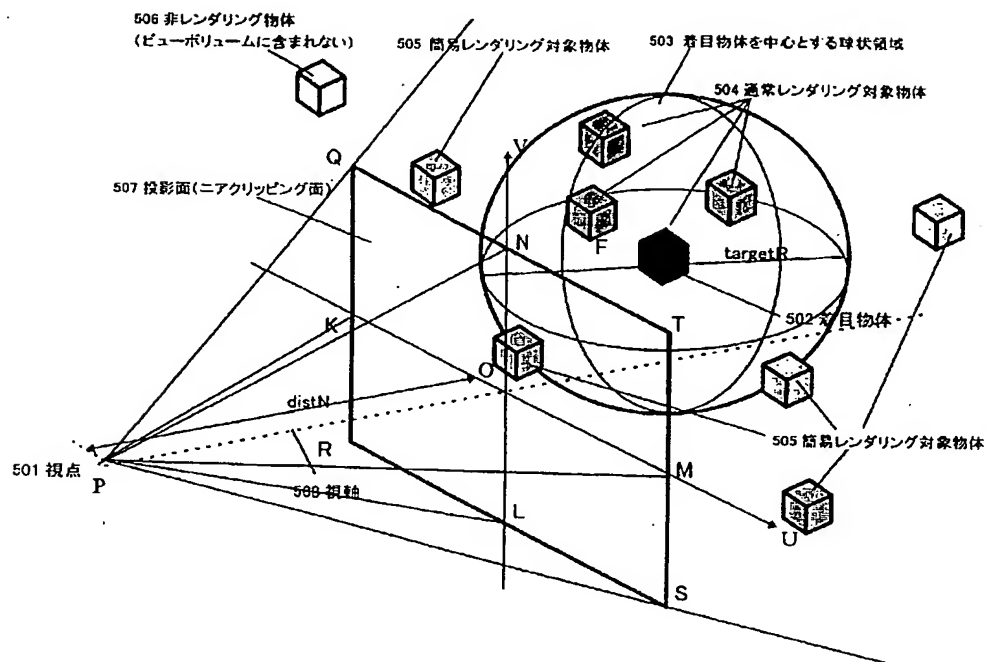
【図11】



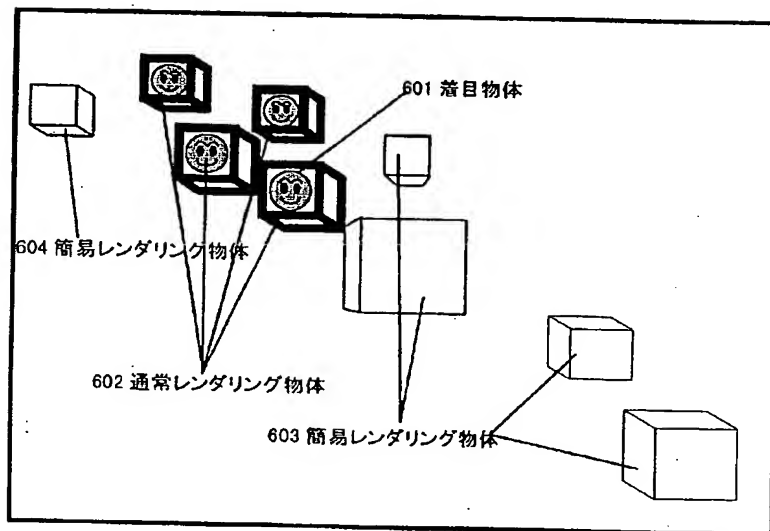
【図12】



【図19】



【図20】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5B050 AA03 BA09 BA11 BA18 EA07
EA28 EA29 EA30 FA02
5B080 BA01 BA03 BA05 BA07 GA11
GA22